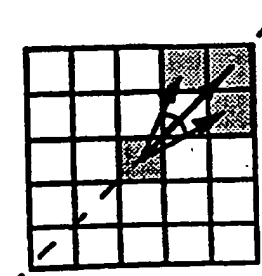


**PCT**      WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
**INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**



X

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> : <b>G06F 15/68</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 94/19759</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. September 1994 (01.09.94)</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none; padding: 5px;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE94/00125</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 8. Februar 1994 (08.02.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 04 860.9      17. Februar 1993 (17.02.93)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];</b> Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>KUTKA, Robert [DE/DE];</b> Hainbuchenstrasse 3, D-82269 Geltendorf (DE). <b>STIER,</b> Sebastian [DE/DE]; Kratzerstrasse 1, D-80638 München (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none; padding: 5px;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE94/00125</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 8. Februar 1994 (08.02.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 04 860.9      17. Februar 1993 (17.02.93)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];</b> Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>KUTKA, Robert [DE/DE];</b> Hainbuchenstrasse 3, D-82269 Geltendorf (DE). <b>STIER,</b> Sebastian [DE/DE]; Kratzerstrasse 1, D-80638 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE94/00125</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 8. Februar 1994 (08.02.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 04 860.9      17. Februar 1993 (17.02.93)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];</b> Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>KUTKA, Robert [DE/DE];</b> Hainbuchenstrasse 3, D-82269 Geltendorf (DE). <b>STIER,</b> Sebastian [DE/DE]; Kratzerstrasse 1, D-80638 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>			
<p>(54) Title: <b>PROCESS FOR IMPROVING THE VISIBILITY OF LINED STRUCTURES IN A DIGITAL IMAGE</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>VERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DER SICHTBARKEIT VON LINIENHAFTEN STRUKTUREN IN EINEM DIGITALEN BILD</b></p> <p>(57) Abstract</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>A process for improving the visibility of linear structures in a digital image is described which is particularly suitable for emphasising the finest lines, e.g. blood vessels or catheters, in noisy X-ray images and also for amplifying linear structures in other digital images. The process of the invention is especially distinguished by its simplicity and high computing speed.</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> </div> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Es wird ein Verfahren zur Verbesserung der Sichtbarkeit von linienhaften Strukturen in einem digitalen Bild angegeben, das zur Hervorhebung feinsten Linien wie z.B. Blutgefäße oder Katheter in veräuschten Röntgenbildern aber auch zur Verstärkung linienhafter Strukturen in anderen digitalen Bildern besonders geeignet ist. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich besonders durch seine Einfachheit und durch seine hohe Rechengeschwindigkeit aus.</p>				

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LE	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Verfahren zur Verbesserung der Sichtbarkeit von linienhaften  
5 Strukturen in einem digitalen Bild

Bei Röntgenuntersuchungen an Menschen versucht man die Rönt-  
gendosis und die Injektion von (meist toxischem) Kontrast-  
mittel, welches die Adern sichtbar macht, möglichst niedrig  
10 zu halten, um den Patienten wenig zu belasten. Darunter lei-  
det jedoch die Bildqualität, da das Röntgenrauschen zunimmt.  
Die Sichtbarkeit schmaler Strukturen wie Blutgefäße oder Ka-  
theter werden eingeschränkt und die Diagnose wird erschwert.  
Auch andere bildgebende Aufnahmeverfahren, wie z. B. die Ma-  
15 gnetresonanztomographie oder die Sonographie vermindern  
durch systembedingtes Rauschen die Sichtbarkeit.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfah-  
ren zur Verbesserung der Bildqualität, speziell der Sicht-  
20 barkeit von linienhaften Strukturen in einem digitalen Bild  
anzugeben, welches die Vermeidung oder Reduktion der  
Anwendung von Kontrastmitteln ermöglicht. Diese Aufgabe wird  
mit Hilfe eines Verfahrens mit Merkmalen nach Anspruch 1 ge-  
löst.

25

Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird jedem Bildpunkt  
eine Richtung, eine Amplitude und ein Satz von Zusammen-  
hangsvektoren zugeordnet, mit deren Hilfe Linien von  
zusammenhängenden Punkten gefunden werden. Jedem Bildpunkt  
30 wird daraufhin mit Hilfe eines Gütemaßes, welches von seiner  
Amplitude und den Amplituden seiner Nachbarpunkte sowie der  
Länge des Linienstücks, auf dem er sich befindet, abhängt,  
ein Gütewert zugeordnet, welcher anschließend zu dem  
Helligkeitswert dieses Bildpunktes addiert wird.

35

Dem Fachmann ist hierbei klar, daß die Bedeutung des Wortes  
Addition in diesem Zusammenhang so zu verstehen ist, daß je  
nach dem Helligkeitswert der Linien in bezug auf ihren Un-

- tergrund geeignete Vorzeichen bei diesen Additionen zu verwenden sind. So wechseln die Vorzeichen bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Verbesserung der Sichtbarkeit von hellen Linien auf dunklem Untergrund
- 5 gegenüber einer Anwendung des Verfahrens zur Verbesserung der Sichtbarkeit von dunklen Linien auf hellem Untergrund. Die richtige Wahl der jeweiligen Vorzeichen ergibt sich für den Fachmann jedoch in selbstverständlicher Weise.
- 10 In gleicher Weise ist dem Fachmann klar, daß er die Addition von Helligkeitswerten oder auch die Multiplikation von Helligkeitswerten mit Gewichten immer so zu verstehen hat, daß vor Ausführung oder nach Ausführung dieser Rechenoperationen geeignete Normierungen der Zahlenwerte erforderlich sind,
- 15 damit diese Rechenoperationen ein auf hierfür vorgesehenen digitalen Datenverarbeitungsanlagen speicherbares und darstellbares Bild ergeben. Dem Fachmann ist geläufig, wie solche Normierungen durchzuführen sind.
- 20 Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß es zu einem kontinuierlichen Bild führt, dessen Werte um so höher sind, je wahrscheinlicher und deutlicher Linien im Originalbild vorliegen. Dabei werden keine künstlichen Strukturen (z. B. Schließen von Stenosen) eingefügt.
- 25 Bei der kontrastverstärkten Darstellung von Linienstrukturen mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bleiben Helligkeitsunterschiede auf den Linien erhalten. Dies schafft den für eine klinische Anwendung notwendigen natürlichen
- 30 Eindruck. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist eine Verstärkung der Linienkontraste mit einer Genauigkeit von einem Pixel möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet schneller als andere, z. b. regelbasierte Verfahren zur binären Blutgefäßsegmentierung.
- 35 Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch auch außerhalb der Medizintechnik ganz allgemein zur Verbesserung der Sichtbar-

keit von linienhaften Strukturen in digitalen Bildern anwendbar.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus  
5 den Unteransprüchen.

Figur 1 zeigt drei Beispiele von Richtungsmasken, welche in dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Bestimmung von Linienrichtungen verwendet werden.

10

Figur 2 zeigt schematisch einen Suchwinkel zur Suche von benachbarten Bildpunkten mit ähnlichen Richtungen.

15

Figur 3 zeigt schematisch einen Suchbereich längs einer durch die Richtung eines Bildpunktes gegebenen Geraden.

Im folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben.

20 Ausgangspunkt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein digitales Grauwertbild, wie es üblicherweise in der digitalen Bildverarbeitung, speziell in der Medizintechnik verwendet wird. Ein solches digitales Grauwertbild kann man sich als matrixförmige Anordnung von Bildpunkten vorstellen,  
25 wobei jedem Bildpunkt ein Helligkeitswert zugeordnet ist, der üblicherweise Werte zwischen 0 und 255 annehmen kann. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nun in einem ersten Schritt jedem Bildpunkt eine Richtung, eine Amplitude und ein Satz von Zusammenhangsvektoren zu Nachbarpunkten zugeordnet. Dieser Satz von Zusammenhangsvektoren  
30 kann aus 0,1 oder n Zusammenhangsvektoren bestehen. Zur Bestimmung der Richtung eines Bildpunktes wird vorzugsweise ein Satz von Richtungsmasken verwendet, wobei für jede Richtungsmaske aus diesem Satz von Richtungsmasken (Figur 1) die  
35 Summe der Helligkeitswerte der zu dieser Richtungsmaske gehörenden benachbarten Bildpunkte dieses Bildpunktes ermittelt wird. Der Satz von Richtungsmasken kann beispielsweise aus 8 Richtungsmasken bestehen, deren Länge typischer Weise

zwischen 5 und 9 Pixeln beträgt. Die Richtung des Bildpunktes ergibt sich dabei aus der Richtung derjenigen Richtungsmaske, welche der größten Helligkeitssumme entspricht. Für die Suche nach breiteren Linien, welche z. B. Kanülen entsprechen, kann man auch breitere Richtungsmasken mit Breiten von mehr als einem Pixel (Pixel = Bildpunkt) benutzen.

Zur Bestimmung der Amplitude eines Bildpunktes wird zu jedem Bildpunkt die Differenz zwischen dem über alle Richtungsmasken gebildeten maximalen Helligkeitswert und dem über alle Richtungsmasken gebildeten Mittelwert aller Helligkeitssummen dieses Bildpunktes ermittelt. Diese Differenz wird dem Bildpunkt als Amplitude zugeordnet.

Ein Punkt hängt mit einem nächsten oder entfernteren Punkt zusammen, wenn die Richtungen beider Punkte am ähnlichsten (bezüglich eines Ähnlichkeitsmaßes) sind. In diesem Fall wird dem aktuellen Punkt ein Vektor zu diesem Nachbarpunkt (Zusammenhangsvektor) zugeordnet. Einem Bildpunkt wird also ein auf einen benachbarten Bildpunkt zeigender Zusammenhangsvektor zugeordnet, wenn die Richtungen beider Bildpunkte sich im Sinne eines Ähnlichkeitsmaßes hinreichend ähneln.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Ähnlichkeit der Richtungen zweier Bildpunkte dadurch ermittelt, daß ein Suchwinkel um die Richtung eines ersten Bildpunktes vorgegeben ist, innerhalb welcher solche benachbarten Bildpunkte des ersten Bildpunktes ausgewählt werden, deren Richtung sich von der Richtung des ersten Bildpunktes maximal um einen vorgegebenen Wert unterscheidet. Dem ersten Bildpunkt werden dann Zusammenhangsvektoren zugeordnet, die auf diese benachbarten Bildpunkte zeigen.

Figur 2 zeigt schematisch den Suchbereich um einen ersten Bildpunkt des digitalen Bildes. In diesem Beispiel wird in einem Suchwinkel von einem Pixel um die zugeordnete Richtung

- (in der Figur 2 durch eine unterbrochene Linie dargestellt) nach in Frage kommenden Nachbarpunkten gesucht (Pfeile). Nachbarpunkte kommen in die engere Wahl, wenn die Richtungen dieser Nachbarpunkte nur um 1 Pixel von der Suchrichtung abweichen. Kommen mehr als ein Nachbarpunkt in Frage, wird bevorzugt der mittlere ausgewählt. Falls ein in Frage kommender Nachbarpunkt gefunden ist, wird ein Vektor dorthin dem aktuellen Punkt (ersten Bildpunkt) zugeordnet. Der gleiche Suchvorgang wird in Gegenrichtung durchgeführt, so daß in diesem Beispiel maximal zwei Vektoren einem Punkt zugeordnet werden können. In einem anderen Beispiel kann der Suchwinkel auch mehr als drei Nachbarbildpunkte (z. B. 5) auf jeder Seite der zugeordneten Richtung umfassen.
- 15 In einem weiteren Beispiel kann man so vorgehen, daß ein Nachbarpunkt nur dann für einen Zusammenhangsvektor ausgewählt wird, wenn seine zugeordnete Richtung parallel zur Suchrichtung (Richtung des ersten Bildpunktes) ist. Mit dieser Vorgehensweise schränkt man Linienverzweigungen im
- 20 Ergebnisbild weitgehend ein.
- Ist eine größere Genauigkeit beim Finden von Linien wichtig und ist es erforderlich, schmale Lücken oder Kreuzungen zu überspringen, ist es vorteilhaft, auch Nachbarbildpunkte im
- 25 Abstand von 1 bis 3 Pixeln vom aktuellen (ersten) Bildpunkt in den Vergleich mit dem Ähnlichkeitsmaß einzubeziehen. Anstelle von 3, wie im Fall der Figur 2, würden in diesem Fall (Figur 3) etwa 7 benachbarte Bildpunkte überprüft.
- 30 Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird deshalb die Ähnlichkeit der Richtungen zweier Bildpunkte dadurch ermittelt, daß ein Suchwinkel um die Richtung eines ersten Bildpunktes vorgegeben ist innerhalb welcher solche benachbarten Bildpunkte des ersten Bildpunktes ausgewählt
- 35 werden, deren Richtung zu der Richtung des ersten Bildpunktes parallel ist; dem ersten Bildpunkt werden Zusammenhangsvektoren zugeordnet, die auf diese benachbarten Bildpunkte zeigen.

Die Verfolgung und Auffindung von Linien mit Hilfe der Zusammenhangsvektoren geschieht vorteilhaft in der Weise, daß von jedem Bildpunkt aus die Linien verfolgt werden, indem

5 man ausgehend von einem ersten Bildpunkt entlang der diesen Bildpunkten zugeordneten Zusammenhangsvektoren springt, bis kein weiterführender Zusammenhangsvektor mehr gefunden wird oder bis eine maximale Suchlänge (z. B. 10 Pixel) erreicht ist. Bei dieser Linienverfolgung wird nun der Ausgangspunkt

10 gewichtet, indem seine Amplitude mit einer Zahl multipliziert wird, welche abhängig ist von der Summe der Luminanzwerte der durchlaufenen Punkte oder ihrer Anzahl. Dazu alternativ ist es auch möglich, eine gewichtete Summe zu verwenden, bei der solche Punkte mehr zum Gewichtswert

15 beitragen, die näher am aktuellen (ersten) Bildpunkt liegen. Der so ermittelte Gewichtswert wird z. B. mit dem Amplitudenwert des aktuellen Wertes multipliziert oder in anderer Weise zur Gewichtung des Amplitudenwertes verwendet. Dieses Ergebnis ist, nachdem es normiert wurde, d. h. einem

20 vorgegebenen Helligkeitswertsbereich angepaßt wurde, das gesuchte Gütemaß für die Linien.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens benötigt zu seiner Ausführung 88 Operationen

25 (Additionen, Vergleiche und Multiplikationen) pro Bildpunkt. Hierbei wurden Speicherzugriffe nicht mitgezählt. Damit ist das erfindungsgemäße Verfahren schneller als vergleichbare, bekannte Verfahren zur Findung von Linien.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren kann besonders vorteilhaft verwendet werden,

a) zur Hervorhebung feinsten Linien (Blutgefäße, Katheter) in verrauschten Röntgenbildern zur deutlicheren Darstellung; dazu wird das Linienmaß dem Originalbild

35 überlagert (addiert);



- b) zur Rauschunterdrückung durch Steuerung der Zeitmittelung in Herzkathetersequenzen. In Herzkathetersequenzen soll das Röntgenrauschen vermindert werden, indem über jeweils die gleichen Bildpunkte verschiedener Bilder in zeitlicher Richtung der Mittelwert gebildet wird. Dies entspricht einer längeren Belichtung und daher höherer Röntgenshärfe. Es darf jedoch nicht über den sich bewegendenden Katheter gemittelt werden, da er sonst verschmiert abgebildet würde. Deshalb muß der Katheter mit dem Liniendetektor erkannt werden (wozu eine Schwelle auf das Linienmaß angewendet wird) und aus der Mittelung herausgenommen werden. Hierbei läßt sich der Rechenaufwand zusätzlich reduzieren, wenn man eine Kalmanfilterung zur zeitlichen Glättung vornimmt. Diese zeitliche Filterung schätzt den Ort des Herzkatheters relativ genau, wenn auch noch Lücken und Rauschstrukturen verbleiben. man kann jedoch diese Grobschätzung als Start für den Linienverfolgungsalgorithmus benutzen und spart damit Rechenschritte.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung der Sichtbarkeit von linienhaften Strukturen in einem digitalen Bild mit folgenden  
5 Schritten:
- a) jedem Bildpunkt werden eine Richtung, eine Amplitude und ein Satz von 0, 1, ... oder n Zusammenhangsvektoren zu Nachbarpunkten zugeordnet;  
10
- b) mit Hilfe der Zusammenhangsvektoren werden Linien von zusammenhängenden Punkten gesucht;
- c) jedem Bildpunkt wird mit Hilfe eines Gütemaßes, welches  
15 abhängt von seiner Amplitude und den Amplituden seiner Nachbarpunkte sowie der Länge des Linienstücks, auf dem er sich befindet, ein Gütewert zugeordnet;
- d) der Gütewert eines jeden Bildpunktes wird zu seinem Helligkeitswert addiert.  
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Richtung eines Bildpunktes ermittelt wird, indem  
25
- a) für jede Richtungsmaske aus einem Satz von Richtungsmasken die Summe der Helligkeitswerte der zu dieser Richtungsmaske gehörenden benachbarten Bildpunkte dieses Bildpunktes ermittelt wird, und indem  
30
- b) dem Bildpunkt die Richtung derjenigen Richtungsmaske zugeordnet wird, deren Helligkeitssumme den größten Wert hat.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem jedem Bildpunkt die Differenz zwischen dem über alle Richtungsmasken gebildeten maximalen Helligkeitswert und dem über alle Richtungsmasken

gebildeten Mittelwert aller Helligkeitssummen dieses Bildpunktes als Amplitude zugeordnet wird.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem einem Bildpunkt ein auf einen benachbarten Bildpunkt zeigender Zusammenhangsvektor zugeordnet wird, wenn die Richtungen beider Bildpunkte sich im Sinne eines Ähnlichkeitsmaßes hinreichend ähneln.

10

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Ähnlichkeit der Richtungen zweier Bildpunkte ermittelt wird, indem ein Suchwinkel um die Richtung eines ersten Bildpunktes vorgegeben ist, innerhalb welcher solche benachbarten Bildpunkte des ersten Bildpunktes ausgewählt werden, deren Richtung sich von der Richtung des ersten Bildpunktes maximal um einen vorgegebenen Wert unterscheidet; dem ersten Bildpunkt werden Zusammenhangsvektoren zugeordnet, die auf diese benachbarten Bildpunkte zeigen.

20

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Ähnlichkeit der Richtungen zweier Bildpunkte ermittelt wird, indem ein Suchwinkel um die Richtung eines ersten Bildpunktes vorgegeben ist, innerhalb welcher solche benachbarten Bildpunkte des ersten Bildpunktes ausgewählt werden, deren Richtung zu der Richtung des ersten Bildpunktes parallel ist; dem ersten Bildpunkt werden Zusammenhangsvektoren zugeordnet, die auf diese benachbarten Bildpunkte zeigen.

30

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Linien von zusammenhängen Punkten gesucht werden, von jedem ersten Bildpunkt ausgehend diejenigen zweiten Bildpunkte zu einer Linie zusammengefaßt werden, welche durch eine Verfolgung der Zusammenhangsvektoren der Bildpunkte

35

innerhalb einer vorgegebenen Umgebung des ersten Bildpunktes erreichbar sind.

1/1

FIG 1

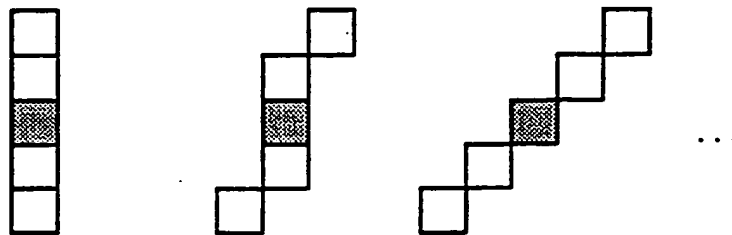


FIG 2

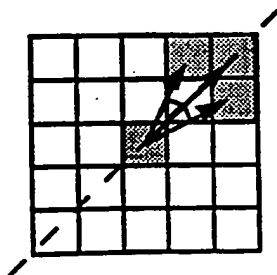
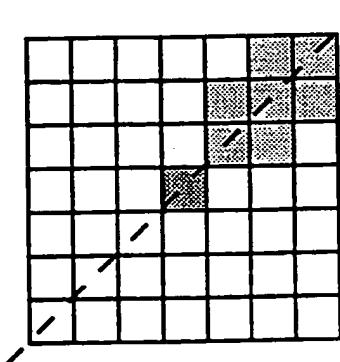


FIG 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/DE 94/00125

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 5 G06F15/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTERS, vol. C-26, no. 4, April 1977, USA pages 394 - 403 ZUCKER S W ET AL. 'An Application of Relaxation Labeling to Line and Curve Enhancement.' * paragraph III. "Line and Curve Enhancement" *	1-7
A	US,A,4 213 150 (ROBINSON ET AL.) 15 July 1980 see column 2, line 44 - column 4, line 32	2,3
A	EP,A,0 229 028 (DE LA RUE PRINTRACK , INC.) 15 July 1987 see page 6, line 15 - page 7, line 37 -/--	1-7



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"A" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 May 1994

Date of mailing of the international search report

03.06.94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gonzalez Ordenez, O

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.  
PCT/DE 94/00125

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR,A,2 590 702 (THOMSON-CSF) 29 May 1987 see page 3, line 28 - page 5, line 16 -----	1-7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

information on patent family members

Intern. Appl. No.

PCT/DE 94/00125

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4213150	15-07-80	NONE	
EP-A-0229028	15-07-87	US-A- 4876726	24-10-89
		DE-D- 3789324	21-04-94
		JP-T- 1501627	08-06-89
		JP-T- 63502382	08-09-88
		WO-A- 8704279	16-07-87
		US-A- 5187747	16-02-93
FR-A-2590702	29-05-87	DE-A- 3685571	09-07-92
		EP-A,B 0229543	22-07-87
		US-A- 4843630	27-06-89